

# RADIATION DETECTOR ASSEMBLY AND RADIATION IMAGING SYSTEM USING THE SAME

**Publication number:** JP2002303673 (A)

**Publication date:** 2002-10-18

**Inventor(s):** NAGANO KAZUMI; TAMURA TOMOYUKI

**Applicant(s):** CANON KK

**Classification:**

- international: G01T1/20; H01L27/14; H01L31/09; H04N5/32; H04N7/18; G01T1/00; H01L27/14; H01L31/08; H04N5/32; H04N7/18; (IPC1-7): G01T1/20; H01L27/14; H01L31/09; H04N5/32; H04N7/18

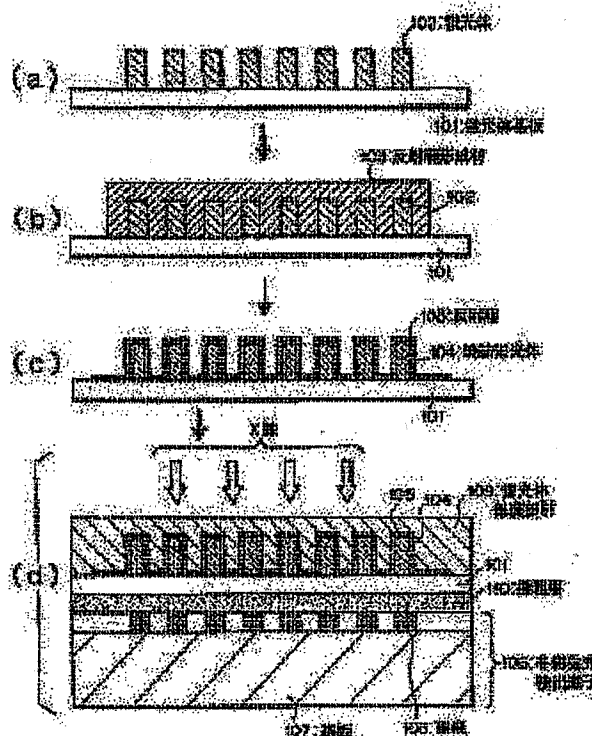
- European:

**Application number:** JP20010104700 20010403

**Priority number(s):** JP20010104700 20010403

## Abstract of JP 2002303673 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a radiation detector assembly in which a phosphor layer formed so as to correspond to a pixel in a photodetector forms a reflecting layer by which a characteristic by its shape can be reflected so as to detect a radiation with satisfactory efficiency. **SOLUTION:** Pillar-shaped, trapezoidal or spindle-shaped phosphor layers 102 are formed on a phosphor substrate 101 in positions corresponding to respective pixels on a semiconductor light detecting element 106. A reflecting-layer formation material 103 is formed on the phosphor layers 102. When the material 103 is melted, the reflecting layer 105 is formed uniformly on the surface of the phosphor layers. It is pasted on the element 106 via an adhesive layer 110, and the radiation detector assembly is obtained.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-303673

(P2002-303673A)

(43) 公開日 平成14年10月18日 (2002.10.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース* (参考)
G 0 1 T 1/20		C 0 1 T 1/20	B 2 G 0 8 8
			D 4 M 1 1 8
			E 5 C 0 2 4
H 0 1 L 27/14		H 0 4 N 5/32	5 C 0 6 4
31/09		7/18	L 5 F 0 8 8
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-104700(P2001-104700)

(22) 出願日 平成13年4月3日 (2001.4.3)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 長野 和美

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 田村 知之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100066385

弁理士 山下 穰平

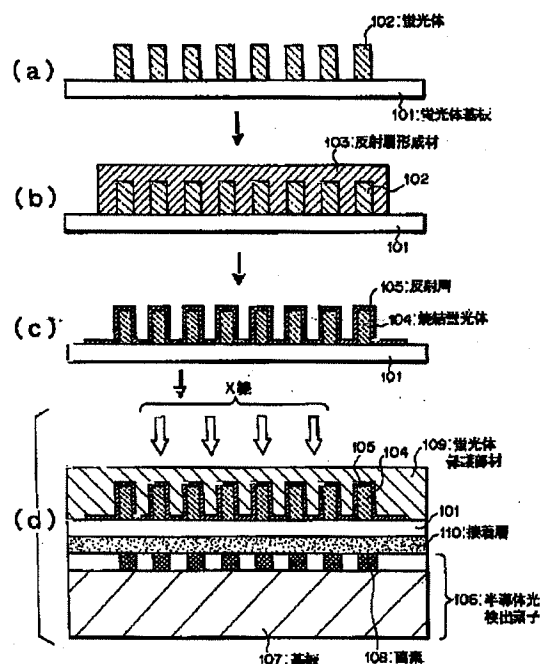
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線検出装置及びそれを用いた放射線撮像システム

(57) 【要約】

【課題】 光検出器の画素に対応して形成された蛍光体層が、その形状による特性を効率よく放射線検出に反映できる反射層を形成した放射線検出装置を提供する。

【解決手段】 半導体光検出素子106上の各画素と対応する位置の蛍光体基板101上に、柱状もしくは台形もしくは紡錘形からなる蛍光体層102を設ける。蛍光体層102の上に反射層形成材103を形成する。溶融により、蛍光体表面に一樣に反射層105を形成する。接着層110を介して半導体光検出素子106に張り合わせ、放射線検出装置を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射した放射線を光に変換する波長変換体層と、この光を光電変換して出力する光検出器とを有する放射線検出装置において、前記光検出器の各画素に対応した位置におおよそ柱状に形成された波長変換体を有し、前記各柱状波長変換体間の距離を $a$ 、高さを $b$ 、とするとき、 $b/a$ が4以上であって、少なくとも前記柱状波長変換体層表面全面に反射層が設けられていることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項2】 前記柱状波長変換体に設けられた反射層が、波長変換体層上で金属が溶融して形成されていることを特徴とする請求項1記載の放射線検出装置。

【請求項3】 前記各柱状波長変換体が、一体化された柱状焼結体からなることを特徴とする請求項1または2記載の放射線検出装置。

【請求項4】 被験者または被験物に放射線を照射するための放射線源と、この放射線を検出する請求項1ないし3のいずれかに記載の放射線検出装置と、この検出された信号をデジタル変換して画像処理する画像処理手段と、この処理された画像を表示する表示手段とを備えることを特徴とする放射線撮像システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、蛍光体で放射線を光に変換して、さらに光電変換する放射線検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、蛍光体（波長変換体）で放射線を光に変換し、さらに光電変換する間接型の放射線検出装置においては、半導体光検出素子を用いた多種類のものが提案されている。図5～7に、従来知られている放射線検出装置の概略断面図を示す。

【0003】図5は、X線入射側に平板状からなる蛍光体層402を設置し、入射したX線が平板状蛍光体402中で光に変換され、この変換された光が半導体光検出素子406の各画素405に入射することによって電気信号に変換されるように構成されている。

【0004】図6は、さらに凹部が形成されたパネル状の蛍光体保護基板501に蛍光体を充填することにより柱状にした蛍光体層502を形成し、この柱状蛍光体502を半導体光検出素子506の各画素505に対応するように分離して設置する。そして入射したX線を画素ごとに分離した柱状蛍光体502中で光に変換させ、この変換した光が半導体光検出素子の各画素505に入射することによって電気信号に変換されるように構成されている。このような構成例は、例えば特開平5-60871号公報に開示されている。また柱状蛍光体層を形成

する方法として平板状に形成した蛍光体層をレーザー等で切削して形成する方法が、例えば、特開平9-61536号公報に開示されている。

【0005】図7は、図6の蛍光体保護基板501を上面蛍光体保護基板601と蛍光体保護部材602から形成したものである。

【0006】これらの従来例に於いては、蛍光体層から発した蛍光を効率良くより多く半導体光検出素子に導入するために、蛍光体層と接するように反射層を設けることが知られている。図5の従来例のように蛍光体層が板状である場合は、蛍光体層402と蛍光体基板401の間にスパッタ法や蒸着法のほかに金属箔を設けるなどの一般的に知られている反射層を設ける公知な方法や、蛍光体基板が反射層を兼ねているような構成が提案されている。

【0007】図6および図7の従来例のように蛍光体層が柱状もしくは台形状もしくは紡錘形をなすように形成されたX線検出装置の構成において反射層を設ける方法としては、主にスパッタや蒸着が用いられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の構成の場合、蛍光体層を基板に形成してから蛍光体層上に反射層を設けるにしても、蛍光体保護部材を形成してそこに反射層を設けてから蛍光体を充填するにしても、蛍光体柱状部のアスペクト比が高いため、スパッタや蒸着で反射層を形成する際に、

1. 柱状の側面及び底面部の反射層が薄くなり十分な反射率が得られない、
  2. 反射層の厚膜化が難しい、
- 等の問題があった。特に蛍光体柱状部のアスペクト比が4以上になると非常に困難であった。

【0009】より高い感度と鮮鋭度が得られることを目的として、蛍光体層を柱状もしくは台形状もしくは紡錘形をなすように蛍光体を構成したにも関わらず、従来例においては、蛍光体層全表面にわたって良質な反射層を形成することが困難であったため、反射層の十分な効果が発揮されずにいた。

【0010】放射線検出装置においては、より検出効率を高める構造が常に求められている。

【0011】そこで本発明は、光検出器の画素に対応して形成された蛍光体層が、その形状による特性をさらに効率よく放射線検出に反映できるように改良された反射層を形成した放射線検出装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため、本発明は、入射した放射線を光に変換する波長変換体層と、この光を光電変換して出力する光検出器とを有する放射線検出装置において、光検出器の各画素に対応した位置に形成された蛍光体層が柱状もしくは台形状も

しくは紡錘形に形成された蛍光体粒子からなり、この柱状蛍光体層間の距離を $a$ 、高さを $b$ 、とすると、 $b/a$ が4以上であって、少なくともこの柱状蛍光体層表面全面に反射層が設けられ、この柱状蛍光体層に設けられた反射層が、蛍光体層上で金属が溶融して形成されていることを特徴とする放射線検出装置である。さらに上記蛍光体層および反射層が焼結工程を経て同時に構成されていることを特徴とする。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0014】図1～3は、本発明の放射線検出装置の構造及び製造工程を示す、概略断面図である。まず、基板107上に薄膜トランジスタ(=TFT)やフォトダイオードからなる光検出のための画素108が二次元配列されている半導体光検出素子106を作成する。素子表面には、耐湿性、機械特性の向上のために樹脂等の保護層を設けても良い。

【0015】次に図1～3(a)に示すように、蛍光体(波長変換体)形成用の基板101上に蛍光体層を形成する。上記素子上の各画素と対応する位置に、柱状もしくは台形もしくは紡錘形からなる蛍光体層102を設ける。まず、そのために蛍光体ペーストを作成する。ペーストの作成方法としては、一般的に公知な方法であればいずれの方法でも良く、X線の照射によって蛍光を発する蛍光体粒子を、例えば有機樹脂と有機溶媒からなるビヒクルに、三本ロール、混練り機、ビーズミル分散機、ボールミル分散機などによって分散させて、ペースト状に調整することができる。ペーストには、ジブチルフタレート、ジオクチルフタレート等のフタル酸エステルからなる可塑剤を加えても良いし、さらに蛍光体粒子の分散性改良効果、消泡効果、チキソ性効果を付与するための添加剤を加えても良い。これらの有機材料は、蛍光体層の焼成工程で分解するがその際にカーボン、無機物等の残渣が残らない材料が望ましい。

【0016】蛍光体基板に蛍光体層を設ける方法としては、公知の塗布方法であって柱状もしくは台形もしくは紡錘形の蛍光体層を形成できる方法であればいずれの方法でも良い。例えば、半導体光検出素子に平板状に蛍光体を設けた後、各画素に対応する部分に柱状に蛍光体層をレーザー等で切除して形成するものであっても良いし、柱状もしくは台形もしくは紡錘形になるように多層印刷等で形成しても良い。蛍光体層の形成方法としては、一般的に公知な方法であれば何れの方法でも良く、たとえば、スピンコート法、スプレー印刷、スクリーン印刷、ダイコーター法、ナイフコーター法等が用いられる。

【0017】また、蛍光体層を形成後に仮焼成を行って、形状を形成するために使用した樹脂を焼結させる工程を設けても良い。

【0018】次に図1～3(b)に示すように、蛍光体層102の上に反射層形成材103を形成する。反射層形成材103は、図1のように蛍光体基板の蛍光体層全面を覆うように設けても良いし、図2、3のように蛍光体基板に設けられた蛍光体層と同じ高さで、基板露出面のみを覆うように形成し、その後、図2、3(d)に示すように、蛍光体形成基板を反転して用いても良い。反射層形成材を設ける方法としては、公知の塗布方法であって、すでに形成されている蛍光体層の形状を崩さずに形成可能な方法であれば何れの方法でも良く、スピンコート法、スプレー印刷、スクリーン印刷、ダイコーター法、ナイフコーター法等が用いられる。また図2の例のような場合には、蛍光体基板面にあらかじめ反射層を設けるか、もしくは蛍光体基板そのものが反射層となりうるような素材を選択し、その基板上に蛍光体層を形成すると、蛍光体から発する蛍光をより効率良く半導体光検出素子106に導くことができる。

【0019】反射層形成材は塗布などの方法により形成されるので、高いアスペクト比、特にこれまで、良質な反射層を形成することが困難であったアスペクト比4以上を持つ柱状蛍光体層の間部分も十分に覆うことができる。さらに、反射層となる金属が溶融するような高温にすることにより樹脂および溶剤は焼結して無くなり、含有されている反射粒子が溶融さらに焼結し、図1、2

(c)に示すように、蛍光体表面に様に反射層被膜を形成する。従って、スパッタ法や蒸着法では十分に被膜を形成することができなかった柱状部の底面部や壁面部にも十分に被膜を形成することができるため、蛍光体より発した蛍光をより確実に反射する層を蛍光体層表面全面に形成することができる。またスパッタ法や蒸着法は成膜速度が遅いので反射層を厚く設けることが困難であったが、本発明では反射層形成材を大量に形成することによって、反射層を厚く形成することができるので、反射ムラがなくなり、かつ反射層形成を容易に行うことができる。また、スパッタ法や蒸着法は、数多くのサンプルに同時に成膜することが容易ではないが、本発明では焼結工程を大型炉で行うことにより、同時に大量のサンプルを作成することが可能になるので、サンプル当たりのタクトタイムを大幅に短縮することが可能になる。

【0020】さらに、蛍光体基板に形成された蛍光体層および反射層を、高温炉等の加熱装置等で蛍光体の焼結温度以上に加熱するならば、柱状化した蛍光体が一体化して焼結されることによって大粒径/細密充填になり、蛍光体自体の充填率が大きく向上する。また形状を形成するために用いられている樹脂バインダーは、蛍光体層に存在していれば樹脂であるため光を吸収するが、焼結時の高温により樹脂が焼結して無くなるため、蛍光体より発光された光が樹脂バインダーによって吸収されて減衰することがなくなり、さらに発光効率が向上する。さらに、蛍光体を高温長時間であらかじめ仮焼結し、その

後、金属膜を形成してさらに焼成し、蛍光体をより緻密な焼結体とすることにより、さらに発光効率を向上させることができる。

【0021】また、反射層形成により、より多くの発光量を得ることができるので、さらに量子検出効率の高い放射線検出装置を提供することが可能になる。反射層形成材に用いられる反射粒子としては、一般に反射層として用いられる材料であればいずれでもよく、特に蛍光体層で発生した光をより効率良く半導体光検出素子に導入するために、各蛍光体の発光波長をより多く反射する材質を選択することが望ましい。また、蛍光体層と同時に焼結する場合は、使用する蛍光体層の焼結温度に近い温度で熔融・焼結するように数種類の金属粒子を混合して反射層が形成される温度を調整しても良い。

【0022】上記反射層形成材を設けた蛍光体層を反射層のみ焼成する工程においては、反射層形成粒子は蛍光体層表面で焼結体となる。焼成工程では、金属材料により焼成温度、時間が異なるが、例えば、Au、Ag、Pd等の微粒子金属の場合には300℃前後の温度で15～20分保持することにより焼結体が形成される。

【0023】上記反射層形成材を設けた蛍光体層を焼成する工程においては、蛍光体粒子は、固相反応または液相反応によって粒子同士が結合し焼結体となる。反射層形成粒子もまた同様にして、蛍光体層表面で焼結体となる。焼成工程では、蛍光体材料により焼成温度、時間が異なり、例えば、 $Gd_2O_2S$ の場合には1300℃前後の温度で5～20時間保持することにより焼結体が形成される。また、結晶成長、固相反応が促進し焼成温度を低く、時間を短くすることができるために、蛍光体塗布液調合の際に予め蛍光体粉体に融剤を添加しておいてもよい。しかし過剰に融剤を加えることにより蛍光体層の光透過率が低下し、光検出器に達する光量が低下する場合があるため、融剤の添加量は必要最低限に控えることが好ましい。融剤としては、アルカリ、アルカリ土類金属の低融点化合物が使用でき、蛍光体材料により異なり、例えば、 $Gd_2O_2S$ の場合には、 $NaCO_3$ を融剤として添加することができる。

【0024】図1に示すように反射層が形成された蛍光体形成基板を、基板側が半導体光検出素子に接するように設ける場合は、蛍光体基板は透過率の高いもの、特に蛍光体層から発する蛍光の波長に対して透過率の高いものが望ましい。また、図2に示すように反射層が形成された蛍光体形成基板を、基板側が半導体光検出素子に接しない向き(X線入射側)に設ける場合は、蛍光体基板はX線が吸収されない材料が好ましい。また、蛍光体基板自体が反射層を兼ねるような材料を使用すれば、蛍光体層形成面に反射層を改めて設ける必要がなく望ましい。また、図3に示すように反射層形成材が焼結後も柱状蛍光体間を充填するように形成されると、蛍光体層の機械的強度を増すことになりさらに望ましい。

【0025】上記のようにして、反射層および蛍光体層を形成した蛍光体基板を、図1(d)及び図2、3

(e)に示すように、接着層110を介して半導体光検出素子106に張り合わせ、本発明の放射線検出装置を得ることができる。

【0026】(蛍光体)本発明の蛍光体層に使用される蛍光体としては、X線の照射によって蛍光を発する通常使用される蛍光体であれば、何れでもよく、 $Gd_2O_2S$ 、 $Tb$ 、 $Y_2O_2S$ 、 $Tb$ 、 $(Gd, Y)_2O_2S$ 、 $Tb$ 、 $La_2O_2S$ 、 $Tb$ 等の酸硫化物希土類蛍光体、 $LaOBr$ 、 $Tm$ 、 $LaOBr$ 、 $Tb$ 等の酸臭化物希土類蛍光体、 $BaFCl$ 、 $Eu$ 、 $BaFBr$ 、 $Eu$ 、 $BaFI$ 、 $Eu$ 等のバリウムハライド蛍光体、 $GdTao_4$ 、 $Tb$ 、 $YTao_4$ 、 $Tm$ 、 $CaWO_4$ 、等が挙げられる。

【0027】(蛍光体基板)本発明で蛍光体を形成する蛍光体基板としては、焼結温度に耐える素材であればいずれの素材でも使用することができ、例えばチタン、鉄、ニッケル等の金属、さらにこれら金属の酸化を防ぐために表面に酸化珪素等の酸化防止層を形成した上記金属、さらに酸化アルミニウム、酸化チタン、 $PLZT$ 等のセラミックス、アモルファスカarbon、または石英ガラス等が使用できる。

【0028】(ペースト有機樹脂)本発明で蛍光体を形成するためのバインダー樹脂として使用される有機樹脂としては、ペースト作成に一般的に公知な樹脂であれば、何れの樹脂でも良く、例えば、エチルセルロース、ニトロセルロース、セルロースアセテートブチレート、セルロースアセテートプロピオネートなどのセルロース系樹脂、アクリル樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、塩化ビニル酢酸ビニル共重合樹脂、ポリビニルブチラル樹脂、ポリビニルアセタール樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、アルキッド樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、ロジン樹脂、尿素樹脂、高融点脂肪酸等の汎用されている有機ビニル(バインダー)等が挙げられる。

【0029】(ペースト有機溶媒)本発明で使用される有機溶剤としては、公知であり一般的に用いられているものであって、有機樹脂、その他の添加剤を良く溶解する溶剤であれば何でも良い。例えば、エチレングリコール、プロピレングリコール、ジエチレングリコール、ジプロピレングリコールなどのグリコール類、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノブチルエーテル、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールモノ-n-ヘキシルエーテル、エチレングリコールモノアリルエーテル、エチレングリコールドデシルエーテル、エチレングリコールモノイソブチルエーテル、エチレングリコールモノフェニルエーテル、エチレングリコールイソアミルエーテル、エチレングリコールベンジルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエー

ル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、トリエチレングリコールモノメチルエーテル、トリエチレングリコールモノブチルエーテルなどのグリコールエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、トリプロピレングリコールモノメチルエーテルなどのグリコールエーテル類とそのアセテート類、アジピン酸ジメチル、グルタル酸ジメチル、コハク酸ジメチル等の2塩基酸のジエステル塩、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ジエチルケトン、メチルアミルケトン、シクロヘキサノンなどのケトン類、キシレン、トルエン、エチルベンゼンなどの芳香族類、n-プロピルアルコール、イソプロピルアルコール、ブタノール、 $\alpha$ -テルピネオール、 $\beta$ -テルピネオール、カルペオール、メンタジオール、トリデシルアルコールなどのアルコール類、2, 2, 4-トリメチル-1, 3-ペンタンジオールモノ(2-メチルプロパネート)、メチル-3-メトキシプロピオネート、酢酸エチル、酢酸イソプロピル、酢酸ブチル、酢酸イソブチル、酢酸メトキシブチル、酢酸アミル、酢酸イソアミル、酢酸シクロヘキシル、酢酸ベンジル、プロピオン酸エチル、プロピオン酸ブチル、プロピオン酸イソブチル、プロピオン酸イソアミルなどのエステル類、ジメチルアセトアミド、ジメチルホルムアミド等の公知の溶剤が挙げられ、これらを一種類または二種類以上を混合して用いてもよい。

【0030】(ペースト添加剤) また添加剤として、分散性や、ペーストの印刷性を向上させる目的で、必要に応じて公知の消泡剤、チキソトロピー付与剤、レベリング剤、分散剤を添加することができる。

【0031】(反射層形成材) また、本発明の反射層形成材に使用される材料としては、反射性を有する粒子が含有された溶液または樹脂からなる材料が望ましい。

【0032】また、反射層形成材の体積が焼結後も柱状蛍光体層間を充填するように、反射層形成材ペーストに、セラミック材料を添加しても良い。セラミック材料は、一般的なセラミックであって、蛍光体焼結温度で蛍光体と同時に焼結が進んで極端に体積が減少する材料でなければよい。形状としては、反射層形成材を形成するときに柱状蛍光体層の壁面にペーストが付着し、焼結時に蛍光体壁面に反射層を形成することを阻害しない形状が好ましく、特に粒子状が好ましい。

【0033】反射粒子は、溶融して被膜を形成するものであれば、金属粒子であってもそれ以外の化合物であっても良い。また、含有される材料は単一種類であっても、多種類にわたる材料の混合物であっても良い。例えば、Au、Ag、Cu、Al、Ni、Tiなどが挙げられる。特に、使用される蛍光体層の発光波長領域での反射率が高い物質が好ましく、例えば、蛍光体がGd<sub>2</sub>O

<sub>2</sub>S : Tbであれば、波長400~600nmにおいて反射が高い Ag、Al、Au等の金属が望ましい。

【0034】また、反射層形成材の溶媒としては、反射粒子粉末の分散が可能であれば、樹脂材料であっても有機溶剤であっても良い。例えば、有機溶剤と微粒子金属からなるパーフェクトゴールド、パーフェクトシルバー(真空冶金株式会社製)等があげられる。また、樹脂材料としては、粒子含有が可能な樹脂として一般的に公知な材料であればいずれの樹脂でもよく、例えば、上記ペースト用バインダー樹脂として挙げられている樹脂などが挙げられる。また、樹脂には粘度の調整または分散性の改良のために適当な溶剤が加えられていても良い。また、溶剤だけで分散するのであれば、一般的に微粒子の分散溶剤として公知な溶剤であればいずれでもよく、たとえばテルピネオール、トルエン、キシレン、ミネラルスピリットなどが挙げられる。

【0035】(接着剤) また本発明に用いられる接着剤としては、一般に知られている公知な接着剤であればよく、特に蛍光発光波長において透過率の高い接着剤が望ましい。例えば、アクリル樹脂接着剤、エチレン-酢ビ共重合体、塩ビ-酢ビ共重合体、エポキシ樹脂、ポリウレタン、ポリクロロプレン、ニトリルゴム、シアノアクリレートなどの接着剤などが挙げられる。

【0036】以下、実施例及び比較例により、本発明をより詳細に説明する。本発明はこれらの実施例によって限定されるものではない。なお、以下の説明で質量部とは、各成分の質量比を表す。

【0037】[実施例1]

(蛍光体層ペースト)

Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S : Tb (平均粒径8 $\mu$ m) 75質量部

エチルセルロース 3質量部

ステアリン酸 1質量部

テルピネオール 20質量部

キシレン 12質量部

(蛍光体基板)

石英ガラス 厚み 0.7mm

上記蛍光体層材料を混合し三本ロールで混練りして、蛍光体層用ペーストを得た。蛍光体基板上に蛍光体層用ペーストを160 $\mu$ m角のピッチに140 $\mu$ mの柱状に蛍光体基板を半導体光検出素子上に設置した場合の各画素に対応する位置に、スクリーン印刷多層刷で形成した。70℃オーブンで20分乾燥し、面積140 $\mu$ m角、高さ250 $\mu$ mの柱状蛍光体層を設けた。

【0038】(反射層形成材)

Au002 $\alpha$  (真空冶金株式会社)

蛍光体層を形成した蛍光体層基板上に上記反射層形成材をスピンコートし、厚さ5 $\mu$ mの反射層形成材を設けた。

これを、高温炉で300℃、20分焼成した。

【0039】(接着剤)

ワールドロックNO. XSG-5 (協立化学産業株式会

社)

蛍光体層を反射層上に形状保持のための保護層を設け、  
蛍光体基板接着剤を介して半導体光検出素子に張り合わせ放射線検出装置を得た。

【0040】〔実施例2〕実施例1と同様に蛍光体層を形成した。これを高温炉で1200℃、5時間仮焼成した。その後反射層形成材を形成した。これを、さらに高温炉で1200℃、1時間焼成した。さらに、実施例1と同様にして放射線検出装置を得た。

【0041】〔実施例3〕蛍光体基板にセラミック基板を用い、実施例1と同様に蛍光体層を形成した。蛍光体基板の蛍光体層の設けられていない部分に反射層形成材

スパッタ装置：ハイレートスパッタ装置AMF-40（真空機器工業製）

スパッタ条件：到達真空度 1.4×10<sup>-4</sup>Pa以上

成膜圧力 0.6Pa 1分 to 0.5Pa 0.5分

Ar流量 30mL/min

あとは実施例2と同様にして張り合わせ、放射線検出装置を得た。

【0044】実施例1、2及び比較例において反射層を形成する工程まで終了した基板を用意し、柱状蛍光体を劈開して走査型電子顕微鏡SEMで観察した。

をスクリーン印刷で形成した。印刷高さは蛍光体層と反射層形成材ともに275μmとした。これを、高温炉で1200℃、7時間焼成した。

【0042】（接着剤）

ワルドロックNO. XSG-5（協立化学産業株式会社）

反射層および蛍光体層が設けられた蛍光体基板を、蛍光体層が接着剤に接するようにして半導体光検出素子に張り合わせ、放射線検出装置を得た。

【0043】〔比較例〕実施例1と同様にして、蛍光体基板に柱状蛍光体層を設けたあと、スパッタ法によりAu反射膜を設けた。

SEM：S-570（日立製作所製）加速電圧15Kv  
蛍光体層の表面に設けられた各反射層の厚みの測定結果を表1に示す。

【0045】

【表1】

反射層の厚み

	蛍光体基板からの測定ポイントまでの垂直距離		
	50μ	100μ	200μ
実施例1	柱状間は埋まっている	3μ	1μ
実施例2	柱状間は埋まっている	3μ	1μ
実施例3	3μ	1μ	1μ
比較例	30Å	100Å	150Å

実施例1、2及び比較例について感度、鮮鋭度を測定した結果を表2に示す。測定は、厚さ100mmの水ファントムを通して、X線装置の管電圧100kVのX線で撮影した。感度は比較例の感度を100とし、鮮鋭度は空間周波数2本/mmにおけるMTF値を求めて、比較例の値を100としたときの相対値で示す。

【0046】

【表2】

感度と鮮鋭度

	感度	鮮鋭度
実施例1	110	110
実施例2	120	108
実施例3	140	130
比較例	100	100

図4は、本発明による放射線検出装置のX線診断システムへの適用例を示したものである。

【0047】X線チューブ6050で発生したX線6060は患者あるいは被験者6061の胸部6062を透過し、放射線検出装置（イメージセンサ）6040に入射する。この入射したX線には被験者6061の体内部

の情報が含まれている。X線の入射に対応して蛍光体（波長変換体）によって可視光に変換し、これを光電変換して、電気信号を得る。この電気信号はデジタル変換されイメージプロセッサ6070により画像処理され制御室のディスプレイ6080で観察できる。

【0048】また、この画像情報は電話回線6090等の伝送手段により遠隔地へ転送でき、別の場所のドクターームなどディスプレイ6081に表示もしくは光ディスク等の保存手段に保存することができ、遠隔地の医師が診断することも可能である。またフィルムプロセッサ6100によりフィルム6110に記録することもできる。

【0049】以上の実施形態では、X線撮像システムを例に説明したが、放射線を光に変換し、この光を光電変換する装置構成としても、同様である。なお、放射線とはX線以外のα、β、γ線等を含む。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、光検出器の画素に対応した位置におおよそ柱状に分離した波長変換体層を有することによる特性の向上に加え、少なく

とも柱状波長変換体層表面全面に金属が溶融して形成された良質な反射層を有しているため、乱反射が少なく反射層による光の収集効率が高い。また焼結により一体化された柱状焼結体によって空隙率の小さな波長変換体層が得られ発光量も多くなる。このことによりさらに量子検出効率の高い放射線検出装置を提供することが可能になる。また、反射層を波長変換体層焼成時に同時に形成することができるので、反射層形成コストの大幅な低減をはかることが可能になる。

# 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(d)は、本発明の放射線検出装置の構造及び製造工程を示す概略断面図である。

【図2】(a)～(e)は、本発明の放射線検出装置の構造及び製造工程を示す概略断面図である。

【図3】(a)～(e)は、本発明の放射線検出装置の構造及び製造工程を示す概略断面図である。

【図4】本発明による放射線検出装置のX線診断システムへの適用例を示す図である。

【図5】従来の放射線検出装置の概略断面図である。

【図6】従来の放射線検出装置の概略断面図である。

【図7】従来の放射線検出装置の概略断面図である。

# 【符号の説明】

101 蛍光体基板

102 蛍光体

103 反射層形成層

104 焼結蛍光体

105 反射層

106 半導体光検出素子

107 基板

108 画素

109 蛍光体保護部材

110 接着層

401 蛍光体基板

402 板状蛍光体

403 接着層

404 基板

405 画素

406 半導体光検出素子

501 蛍光体保護基板

502 柱状蛍光体

504 基板

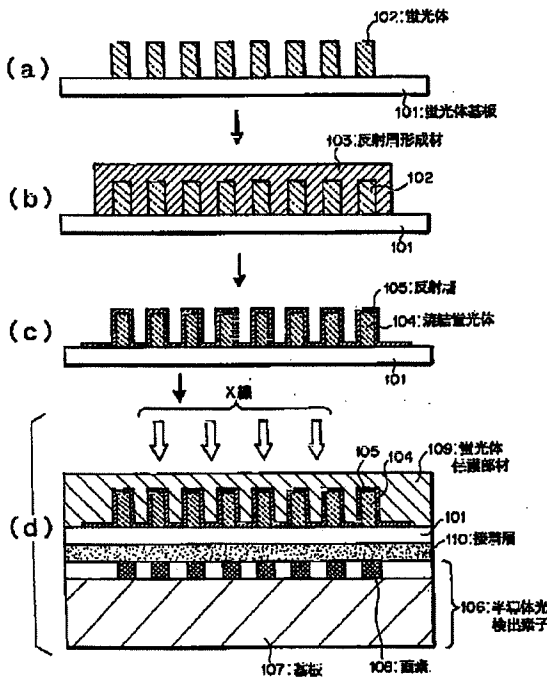
505 画素

506 半導体光検出素子

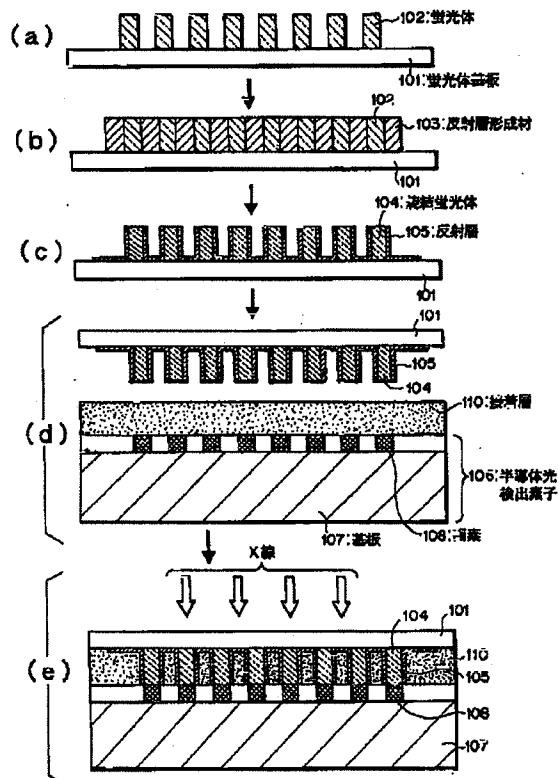
601 上面蛍光体保護基板

602 蛍光体保護部材

【図1】

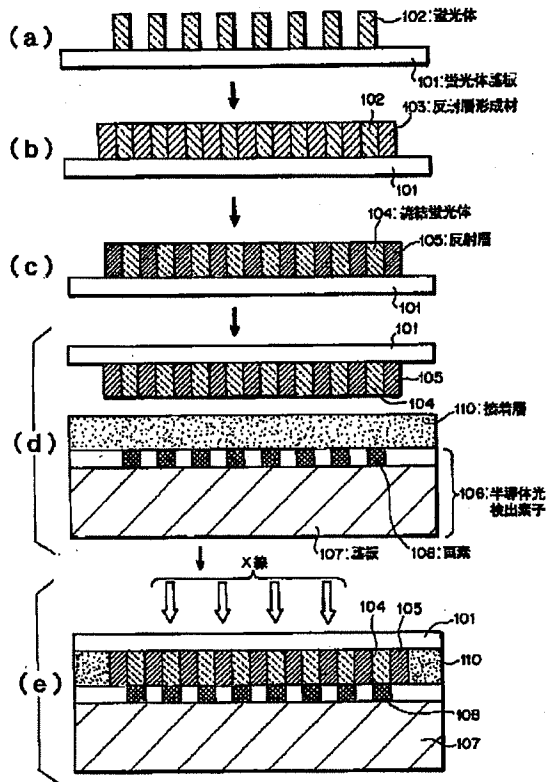


【図2】

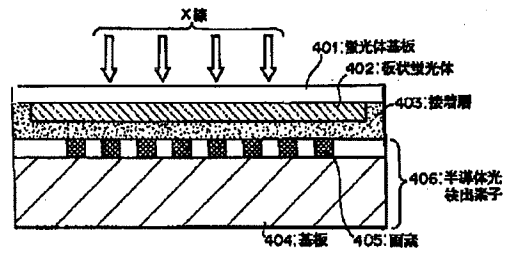




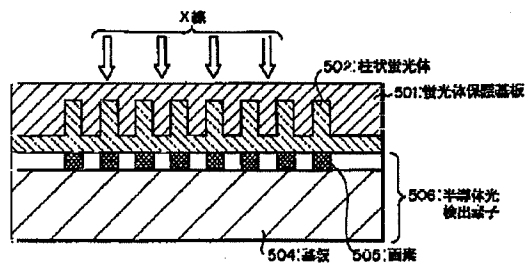
【図3】



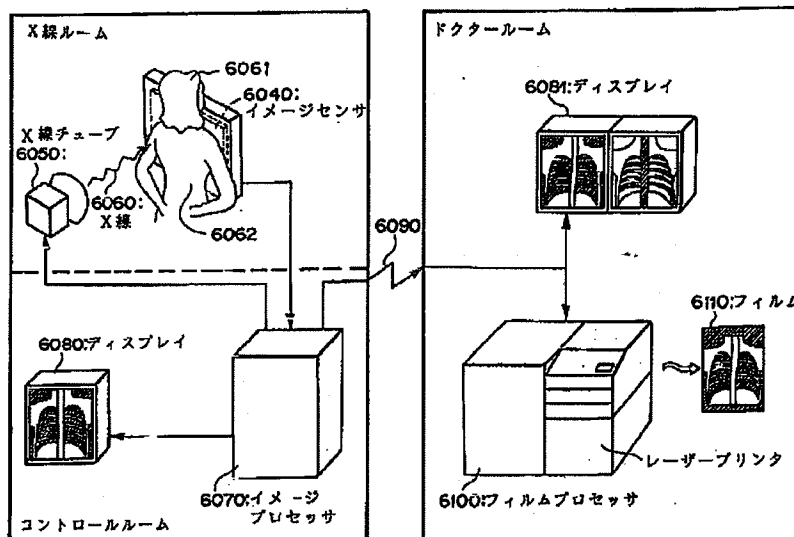
【図5】



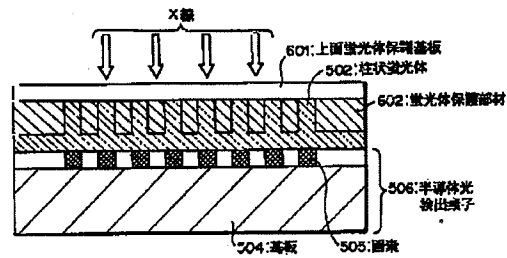
【図6】



【図4】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	(参考)
H 0 4 N 5/32		H 0 1 L 31/00	A
7/18		27/14	K

Fターム(参考) 2G088 EE01 FF02 GG16 GG19 GG20  
 JJ05 JJ10 JJ37 KK32  
 4M118 AA01 AB01 BA05 CA02 CA11  
 CB11 CB20 GA10  
 5C024 AX12 AX16 BX00 CX41 CY47  
 5C054 CA02 CC04 HA12  
 5F088 AA01 BA01 BB07 EA04 HA09  
 LA08